

**SPSPSPSP**  
**SPSPSPS**  
**SPSPSP**  
**SPSPS**  
**SPSP**  
**SPS**

SPS-C KBIA-10102-02-  
7588

**SPS**

리튬이차전지용 열전이 지연 소재 시험방법  
SPS-C KBIA-10102-02-7588:2024

한국배터리산업협회

2024년 01월 11일 제정

심 의 : 한국배터리산업협회 단체표준심사위원회

|       | 성 명 | 근 무 처         | 직 위  |
|-------|-----|---------------|------|
| (위원장) | 안상용 | 비티알씨          | 대표이사 |
| (위원)  | 권오준 | SK온           | P M  |
|       | 남경완 | 동국대학교         | 교수   |
|       | 남대호 | LG에너지솔루션      | 전문위원 |
|       | 송준호 | 한국전자기술연구원     | 수석   |
|       | 오성환 | 에이코           | 대표   |
|       | 이명훈 | 한국화학융합시험연구원   | 센터장  |
|       | 전현중 | 솔라엠티테크놀로지스코리아 | 책임   |
| (간사)  | 조민영 | 한국배터리산업협회     | 팀장   |

원안작성협력 : 소부장 표준화 이차전지 분과위원회

|       | 성 명 | 근 무 처     | 직 위 |
|-------|-----|-----------|-----|
| (위원장) | 신성호 | 우석대학교     | 교수  |
| (위원)  | 이재승 | LG에너지솔루션  | 책임  |
|       | 윤용희 | 삼성SDI     | 프로  |
|       | 권오준 | SK온       | P M |
|       | 엄승욱 | 전기연구원     | 단장  |
|       | 현정은 | 한국자동차연구원  | 책임  |
|       | 이동윤 | 성우하이텍     | 책임  |
|       | 조민영 | 한국배터리산업협회 | 팀장  |
|       | 김범중 | 한국산업기술시험원 | 센터장 |
|       | 김석진 | 한국산업기술시험원 | 수석  |
| (간사)  | 안윤형 | 한국배터리산업협회 | 전문  |

표준열람 : e나라표준인증(<http://www.standard.go.kr>)

---

제정단체 : 한국배터리산업협회  
제 정 : 2024년 01월 11일  
심 의 : 한국배터리산업협회 단체표준 심사위원회  
원안작성협력 : 소부장 표준화 이차전지 분과위원회

---

이 표준에 대한 문의사항이 있을 시 e나라표준인증 웹사이트에 등록된 표준담당자에게 연락 바랍니다.

이 표준은 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진운용 요령 제11조의 규정에 따라 매3년마다 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

# 목 차

|   |    |
|---|----|
| 머 리 말 .....                             | ii |
| 1 적용범위 .....                            | 3  |
| 2 인용표준 .....                            | 3  |
| 3 용어와 정의 .....                          | 3  |
| 4 시험 일반사항 .....                         | 5  |
| 4.1 안전 고려사항 .....                       | 5  |
| 4.2 측정기기 .....                          | 5  |
| 5 시험준비(셀 전처리).....                      | 6  |
| 5.1 초기 방전.....                          | 6  |
| 5.2 표준 사이클 .....                        | 6  |
| 5.3 SOC 조절 .....                        | 7  |
| 5.4 열 안정화.....                          | 7  |
| 6 열전이 시험배치.....                         | 7  |
| 6.1 시험품 구성 .....                        | 7  |
| 6.2 열전이 시험용기.....                       | 7  |
| 6.3 히터와 열전대 부착 .....                    | 8  |
| 7 열전이 시험방법.....                         | 10 |
| 7.1 열전이 시험절차.....                       | 10 |
| 7.2 시험결과 기록 .....                       | 10 |
| 7.3 시험결과 활용방안 .....                     | 10 |
| 부속서 A (참고) 열전이 시험 참고사항.....             | 11 |
| 참고문헌 .....                              | 14 |
| SPS C KBIA 10102-02-7588:2024 해 설 ..... | 15 |

## 머 리 말

이 표준은 한국배터리산업협회에서 원안을 갖추고 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진 운영 요령에 따라 한국배터리산업협회 단체표준심사위원회를 거쳐 제정된 단체표준이다.

이 표준은 내용 일부 또는 전부는 저작권법에 따른 보호대상이 되는 저작물이 될 수 있다.

이 표준의 내용 일부 또는 전부가 ISO·IEC 등에서 제정한 표준을 참고하여 제정 또는 개정된 경우, 해당 표준의 저작권을 보유하고 있는 ISO·IEC 등의 저작권 보호 규정 등에 따라 보호되어야 한다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 한국배터리산업협회장과 단체표준 심의회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

## 단체 표준

SPS-C KBIA-10102-02-7588:2024

## 리튬이차전지용 열전이 지연 소재 시험방법

Test method for thermal propagation suppressing materials used in  
secondary lithium cells and batteries

**1 적용범위**

이 표준은 전지시스템과 전기차용 리튬이차전지 모듈, 팩 또는 팩을 결합하는 단계에서, 소재의 열전이 억제 또는 지연 특성을 평가하기 위한 시험방법에 대해 규정한다.

**비고** 열전이 지연 소재는 대표적으로 난연성 필름, 차단막, 소화약제패치 등이 있다.

이 표준의 시험은 원통형, 각형 및 파우치형 셀로 구성된 시험품에 적용 가능하며, 셀의 열폭주 발생 방법으로는 시험의 용이성과 경제성을 고려하여 히터 가열방식만 적용한다.

**2 인용표준**

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS C IEC 60050-482:2004, 국제 전기 용어 — 제482부: 일차 및 이차전지 셀과 전지

KS C IEC 62619:2017, 알칼리 또는 기타 비산성 전해질을 포함하는 이차전지 셀 및 전지 — 산업용 리튬이차전지 셀 및 전지의 안전 요구사항

**3 용어와 정의**

이 표준의 목적을 위하여 용어와 정의를 적용한다.

**3.1**

**열전이 지연 소재**(thermal propagation suppressing materials)

하나의 셀의 열폭주로 인한 근접 셀에 열전이를 억제 또는 지연시키는 소재로 난연성 필름, 차단막, 소화약제 패치 등으로 구성된 소재

**3.2**

**시험 대상 장치**(device under test)

**DUT**

열전이 특성을 시험하기 위한 복수의 셀과 열전이 지연 소재로 구성된 시험품

**3.3**

**리튬이차전지 셀**(secondary lithium cell)

**셀**(cell)

리튬 이온의 삽입/제거 반응 또는 음극과 양극 전극 사이의 리튬의 산화/환원 반응으로 발생하는 전기 에너지를 사용하는 이차전지 셀

**비고** 대표적으로 셀은 액체, 젤 또는 고체 형태의 리튬 염과 유기 용매 화합물로 구성된 전해액을 포함하며, 금속 또는 라미네이트 필름 케이스로 구성된다. 이는 아직 최종 케이스에 장착, 단자 배열 및 전자 제어 장치가 완성되지 않았으므로 실제 사용 준비 상태는 아니다.

[출처: KS C IEC 62619, 3.7]

### 3.4

#### 전지(battery)

케이스, 단자, 마크 및 보호 소자와 같은 필수 소자와 함께 결합된 1개 또는 그 이상의 셀

[출처: KS C IEC 60050-482:2004, 482-01-04]

### 3.5

#### 트레이스 히터(trace heater)

##### 히터(heater)

하나 또는 다수의 금속 도체 또는 전기적 전도성이 있는 물질로 구성되어 있으며, 적절히 절연되고 전기적으로 보호되며, 전기저항의 원리에 따라 열을 발생시키려는 목적으로 설계된 히팅 패드 또는 히팅 패널 장치

[출처: KS C IEC 60079-30-1, 3.36, 수정 — “히터”, “히팅 패드 또는 히팅 패널 장치” 추가]

### 3.6

#### 온도 조절 장치(temperature control device)

지정된 범위 내에서 히터의 온도를 유지하기 위한 장치

### 3.7

#### 열폭주 유도셀(initiation cell for thermal runaway)

열폭주 현상을 발생하기 위해 선택되어 히터가 부착되는 셀

### 3.8

#### 열폭주(thermal runaway)

셀 내부의 제어되지 않는 발열반응으로 인한 급격한 열 발생 현상

**비고** 열폭주 현상은 히터 출력 증가 없이 온도 기울기가 증가(자체 가열 최소 기준 설정) 하거나 히터가 사용하는 총 에너지가 가열 셀 전기 에너지 함량을 초과하는 현상으로 확인할 수 있다. 즉, 셀 표면 온도 상승 속도가 1 °C/초로 3초 이상 또는 발화 및 폭발 발생 시 제어할 수 없는 발열 반응으로 판단할 수 있다.

### 3.9

#### 열전이(thermal propagation)

셀의 열폭주에서 생성된 열 에너지가 인접한 셀로 전달되어 열폭주를 발생시키는 현상

### 3.10

#### 충전량(states of the charge)

##### SOC

전지의 잔존용량을 나타낸 지표로 현재 사용할 수 있는 배터리 용량을 전체 용량으로 나누어 백분율

(%)로 표현

### 3.11

#### 열전이 시험용기(safety case for thermal propagation)

시험하는 연속된 셀과 열전이 지연소재 등을 단단히 유지하도록 설계된 6개 면으로 이루어진 장치

### 3.12

#### 열전대(thermocouple)

##### TC

두 종류의 금속을 고리 모양으로 연결하여 두 접점 사이의 온도 차이로 전류를 발생시켜 흐르게 하는 장치

### 3.13

#### 벤팅홀(venting hole)

열전이 시험용기를 사용하여 열전이 시험을 할 때 셀 열폭주 시 방출되는 가스에 의한 폭발을 방지하기 위하여 열전이 시험용기에 있는 구멍

### 3.14

#### 배선홀(wire hole)

열전이 시험용기를 사용하여 열전이 시험을 할 때 열전이 시험용기에 있는 히터와 열전대 전선들이 열전이 시험용기 밖으로 나가도록 만들어진 열전이 시험용기에 있는 구멍

## 4 시험 일반사항

### 4.1 안전 고려사항

본 시험은 위험한 결과를 초래할 수 있으므로 이러한 위험은 시험계획을 준비하는데 있어서 고려되어야 한다. 시험 설비는 시험과정 중 발생할 수 있는 과도한 압력 및 화재로부터 건지기 위하여 충분한 구조적 안전성과 화재 진압설비를 갖추어야 한다.

### 4.2 측정기기

#### 4.2.1 측정기기의 범위

사용되는 온도, 전압과 전류 측정기기는 측정된 값을 잘 나타낼 수 있어야 한다. 측정기기의 범위와 측정 방법은 각 시험항목에서 규정하는 정확도를 제공할 수 있어야 한다.

동등한 정확도를 제공할 수 있는 다른 측정기기를 사용하여도 된다.

#### 4.2.2 전압측정

전압측정에 사용되는 전압계는 최소  $1 \text{ M}\Omega/\text{V}$ 의 저항을 가져야 한다.

#### 4.2.3 전류측정

전류측정에 사용되는 전류계와 션트(shunt)는 0.5급 이상의 정확도를 가져야 한다.

#### 4.2.4 온도측정

셀의 온도는 4.2.5에 규정되어 있는 수치 정의와 교정 정밀도를 갖는 표면 온도 측정기기를 사용하여 측정한다. 온도는 셀의 온도를 가장 잘 반영할 수 있는 위치에 근접해서 측정해야 한다.

온도 측정에 필요한 상세 조건은 제조자의 조건을 따른다.

**비고** 열전대는 800 °C까지의 온도를 측정하기 위해 K형 또는 기타 적합한 형식이어야 한다.

#### 4.2.5 측정 허용 오차

규정된 또는 실측된 값에 대한 제어와 측정의 전반적인 정확도에 대한 오차 한계는 다음과 같다.

- a) 전압:  $\pm 0.5\%$
- b) 전류:  $\pm 1\%$
- c) 온도:  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d) 시간:  $\pm 0.1\%$
- e) 질량:  $\pm 1\%$
- f) 치수:  $\pm 1\%$

이 오차는 측정기기의 정밀도, 측정 오차와 기타 시험과정에서 발생하는 다른 모든 요소들을 포함한다.

## 5 시험준비(셀 전처리)

열전이 시험을 위한 준비는 다음과 같이 순차적으로 이루어지며 측정결과는 기록하여야 한다.

### 5.1 초기 방전

시험품은 주위 온도 ( $25 \pm 5$ ) °C에서 제조자가 제시하는 방법에 의해 방전종료전압까지 방전한다.

### 5.2 표준 사이클

시험품의 동일한 초기 상태를 유지하기 위해서 주위 온도( $25 \pm 5$ ) °C에서 표준 사이클을 수행하여야 한다.

표준 사이클은 표준 충전(5.2.1 참조)과 표준 방전(5.2.2 참조) 순서로 2회 실시한다. 표준 사이클을 수행동안 시간에 따른 시험품의 충전용량과 방전용량을 측정하여야 하고, 표준 사이클 2회째 측정된 방전용량은 제조자가 제시한 정격용량과 비교한다.

#### 5.2.1 표준 충전

제조자가 제시한 표준충전전류로 시험품을 충전종료전압까지 충전한다. 충전 후 시험품이 안정상태에 도달하기까지 1시간 이내의 휴지시간을 갖는다. 충전 절차와 충전 종료 판단기준은 제조자가 지정한 조건에 따라 적용하고, 전반적인 충전 진행에 대한 제한시간을 포함해야 한다.

#### 5.2.2 표준 방전

제조자가 제시한 표준방전전류로 시험품을 방전종료전압까지 방전한다. 방전 후 시험품이 안정상태에 도달하기까지 1시간 이내의 휴지시간을 갖는다.

### 5.3 SOC 조절

이 표준에서 규정하는 SOC 100% 상태를 만들기 위한 절차로, 시험품은 다음에 규정된 바와 같이 SOC가 조절되어야 한다.

- a) 제조자는 SOC 100%에 대한 개로전압(OCV) 상태를 정의하여야 한다.
- b) 5.2.1 표준 충전 방법으로 SOC 100%로 시험품을 충전한다.
- c) SOC 100% 도달 후 30분 이내 시험품의 개로전압을 측정하여 기록한다.
- d) 충전 후 5.4에 따라 시험품은 주위 온도( $25 \pm 5$ ) °C에서 휴지상태로 둔다.

### 5.4 열 안정화

특별한 언급이 없으면 각 열전이 시험 실시 전에 시험품을 주위 온도( $25 \pm 5$ ) °C에서 최소 1시간 이상 안정화시켜야 한다. 만약 시험품의 온도변화가 분당 2 °C 미만이라면, 열 안정화가 되었다고 본다.

SOC 100% 도달 후 시험품의 열전이 시험은 3일 내에 수행되어야 한다.

## 6 열전이 시험배치

### 6.1 시험품 구성

열전이 시험을 위해 2개 이상 6개 이하의 셀을 나란히 배열하고 평가하는 열전이 억제 또는 지연 소재는 셀과 셀 사이에 놓이도록 시험품을 구성한다.

다른 모든 셀은 더 큰 면을 접점 표면으로 사용하거나 원통형 셀의 경우 더 긴 변을 사용하여 나란히 배치하고 행 방향으로 압축을 확인하여야 한다.

각 셀은 셀 전압을 측정할 수 있는 측정기와 연결하고 이때 셀 간에는 전기적으로 연결하지 않는다.

### 6.2 열전이 시험용기

2개 이상 6개 이하의 셀로 구성된 시험품을 단단히 유지하고, 열폭주 시 불규칙한 화염 방출을 통제하기 위해 6개의 면이 있는 열전이 시험용기를 사용한다.

열전이 시험용기는 열전도율이  $0.3 \text{ W/m.K}$  미만이어야 하며  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  이하에서 녹거나 분해되지 않아야 하고, 최소 5 mm 두께로 기계적으로 견고하게 제작하여야 한다.

열전이 시험용기는 열전이 시험시 방출되는 가스에 의한 폭발을 방지하기 위해 셀 벤팅 기능이 설계된 전극 방향으로 벤팅홀이 있도록 설계되어야 한다. 벤팅홀 면적은 홀이 있는 열전이 시험용기 외면의  $(10 \pm 5)\%$  이내로 하여 벤팅홀의 크기를 결정하도록 권고한다.

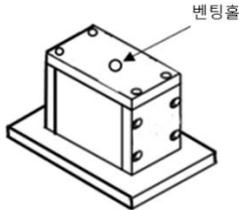
**비고 1** 벤팅홀이 클수록 열폭주 시 불규칙한 화염 방출을 통제하기 어려울 수 있다.

**비고 2** 벤팅홀의 수는 셀 구조에 따라 1개 또는 2개를 권고한다.

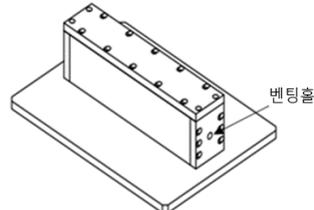
열전이 시험용기는 배열된 셀과 셀이 밀착이 되는 방향으로 최소 9.8 N의 힘으로 압축할 수 있도록 설계되어야 하고, 열전이 시험용기와 셀 사이는 절연을 유지하여야 한다.

열전이 시험용기 내부에 있는 셀과 히터 연결선을 측정기기와 연결하기 위해 벤딩홀이 없는 열전이 시험용기 면에(일반적으로 열전이 시험용기 하부면) 적당한 크기의 배선홀이 있어야 하고, 선들을 연결 한 후 이 배선홀 틈새는 밀봉시켜야 한다.

열전이 시험용기 예시로 **그림 1**, **그림 2** 및 **부속서 A.1**을 참조한다.



**그림 1** — 셀 벤딩 설계가 상부인 경우



**그림 2** — 셀 벤딩 설계가 측면인 경우

### 6.3 히터와 열전대 부착

히터 크기는 셀 표면 20% 면적 이하 이거나 히터 면적은 최대 5 cm<sup>2</sup> 이하로 사용하는 것을 권고하나 히터의 크기는 신청자와 협의하여 변경할 수 있다.

**비고** 현재 제품 단위 열전이 시험에서 히터 크기는 국부(KS R ISO 6469-1), 셀 면적 최대(UL 9540A:2019)로 규정하고 있다.

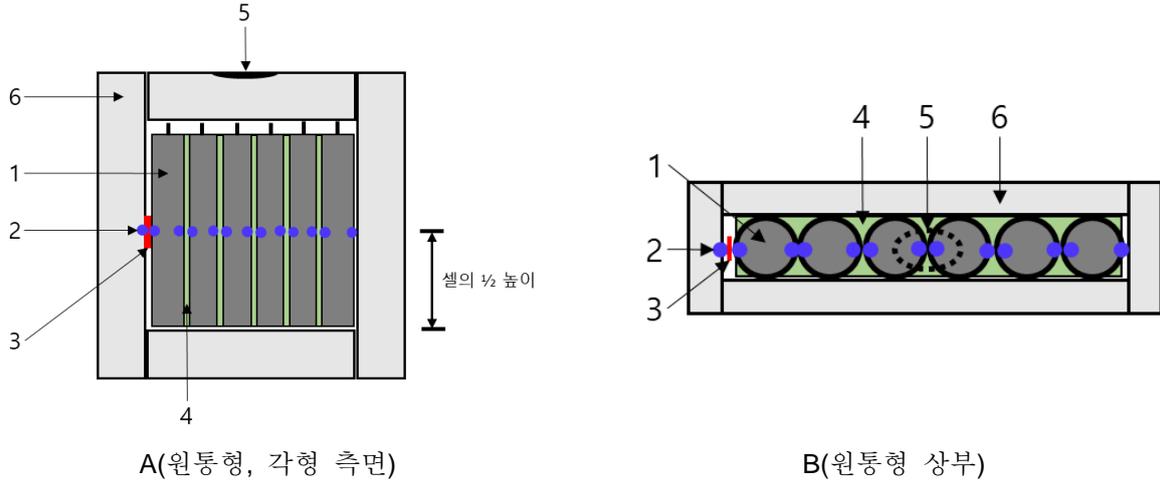
히터에 관한 사항은 **부속서 A.2**를 참고한다.

열폭주 유도셀은 구성된 셀의 최외각에 있는 셀이고, 이 셀 중앙에 다른 셀에 미치는 영향을 최소화 하면서 히터를 부착한다.

히터의 승온 속도를 측정하는 전용 열전대는 히터 외부면 중앙에 부착하여야 한다.

각 셀에는 적어도 하나 이상의 열전대를 부착하여야 하며 열전대 위치는 셀 높이의 1/2 이거나 셀 간의 열 전달 영향을 최소화하면서 온도 상승을 기록할 수 있어야 한다.

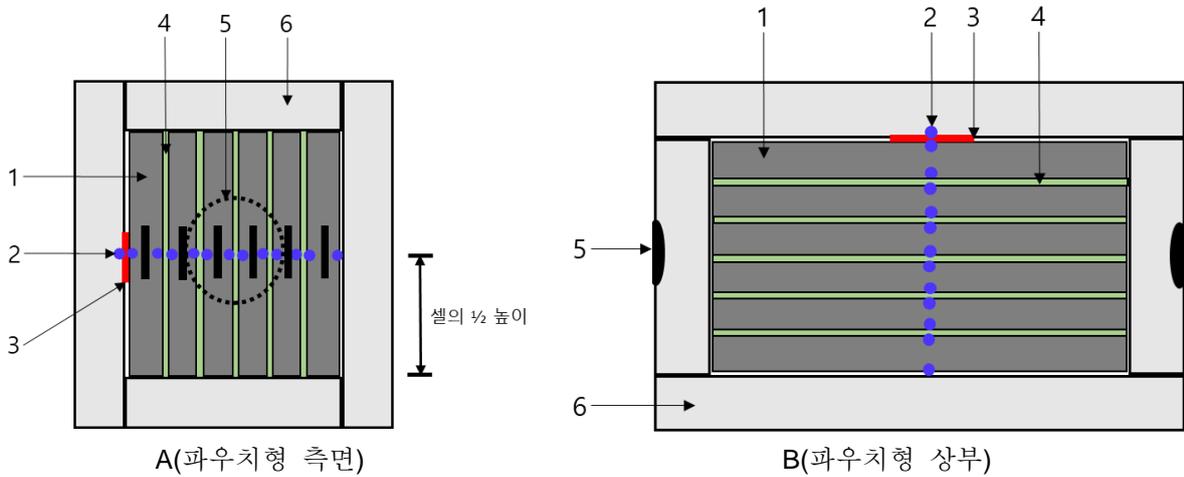
원통형 셀의 경우 원통면 기준으로 부착하며 원통형 셀과 각형 셀은 **그림 3**을 참조하고, 파우치형 셀의 경우 **그림 4**를 참조한다.



**식별부호**

- 1 열폭주 유도셀
- 2 열전대
- 3 히터
- 4 지연소재
- 5 벤딩홀
- 6 열전이 시험용기

그림 3 — 원통형 또는 각형의 셀 히터와 열전대 위치



**식별부호**

- 1 열폭주 유도셀
- 2 열전대
- 3 히터
- 4 지연소재
- 5 벤딩홀
- 6 열전이 시험용기

그림 4 — 파우치형의 셀 히터와 열전대 위치

## 7 열전이 시험방법

### 7.1 열전이 시험절차

열전이 시험은 다음과 같은 절차로 실시한다.

- a) 모든 측정장비는 요구되는 기록을 측정할 수 있도록 설정되어야 한다.
- b) 시험품은 제어 열전대 측정에 기초하여 분당 ( $15 \pm 5$ ) °C의 속도로 히터를 가열해야 한다. 전체 시험 동안 가열 속도를 일정하게 유지하기 위해 온도조절장치로 히터의 전원을 수동 또는 전자적으로 제어하여야 한다.
- c) 열폭주 현상이 감지되면 히터 전원을 차단하여야 한다.
- d) 히터 차단 후 시험품은 3시간 동안 관찰하고 기록 상태로 유지된다.
- e) 열전이 시험은 3회 실시한다.

비고 시험 횟수는 신청자와 협의하여 조정할 수 있다.

### 7.2 시험결과 기록

아래의 시험데이터를 기록해야 한다.

#### 7.2.1 시험 전 기록사항

- a) 셀 타입과 화학 조성
- b) 셀 정격용량과 셀 치수와 무게
- c) 셀 SOC 조건과 셀 개로전압(OCV)
- d) 6.2에 따른 열전이 시험용기 제원
- e) 부속서 A에 따른 히터 제원

#### 7.2.2 시험 중 기록사항

- a) 온도 기록(최소 1Hz의 주파수 사용, 최소 2초 동안 일관된 값을 나타내는 최대 온도 기록)
- b) 셀 전압 기록
- c) 영상(열전이 시험용기 벤딩홀을 통한 화염의 잠재적 방출을 감지하는 방식으로 벤딩을 포함한 가스 및 화염의 방출 유무 검출)

#### 7.2.3 시험 후 기록사항

- a) 셀 전압-시간 함수 그래프
- b) 승온 속도 또는 인가 전력-시간 함수 그래프
- c) 히터-셀 온도, 셀 표면 온도-시간 함수 그래프

### 7.3 시험결과 활용방안

열전이 시험결과는 아래와 같은 방법으로 열전이 억제 또는 지연 효과를 판단할 수 있다.

- a) 열폭주 유도셀의 열폭주 발생 시간을 기준으로 전이셀의 열전이 도달 온도와 시간을 확인
- b) 전이셀에서 급격한 온도 상승이 시작되는 시간을 확인
- c) 열폭주 및 열전이 발생시 화염의 세기 및 크기 비교

비고 열전이 지연에서 평가할 특성치는 열전이 지연 속도, 시간 및 온도

## 부속서 A (참고)

### 열전이 시험 참고사항

#### A.1 열전이 시험용기 제작

다음은 셀 크기 가로 350 mm, 세로 100 mm, 두께 18 mm인 셀 3개로 시험품을 구성하는 경우, 열전이 시험용기 제작 예시이다.

열전이 시험용기 내부 치수는 가로 404 mm (전극 크기를 고려한 치수 결정), 세로 67 mm (셀과 셀 사이 열전이 지연 소재 두께와 셀 압착을 고려한 치수 설정), 높이 110 mm (하부면 측정기기 연결을 고려한 치수 결정)로 제작한다.

가스 분출을 위한 벤팅홀은 전극이 있는 좌·우측면에 있으며, 벤팅홀의 크기는 벤팅홀이 있는 열전이 시험용기면(가로 67 mm, 세로 110 mm)을 기준으로 결정한다.

- 벤팅홀이 있는 면의 면적은  $67\text{ mm} \times 110\text{ mm} = 7370\text{ mm}^2$
- 벤팅홀의 면적은  $(10 \pm 5)\%$  임으로  $(737 \pm 368.5)\text{ mm}^2$
- 벤팅홀의 직경은 30.6 mm (21.7 mm ~ 37.5 mm) 약 30 mm

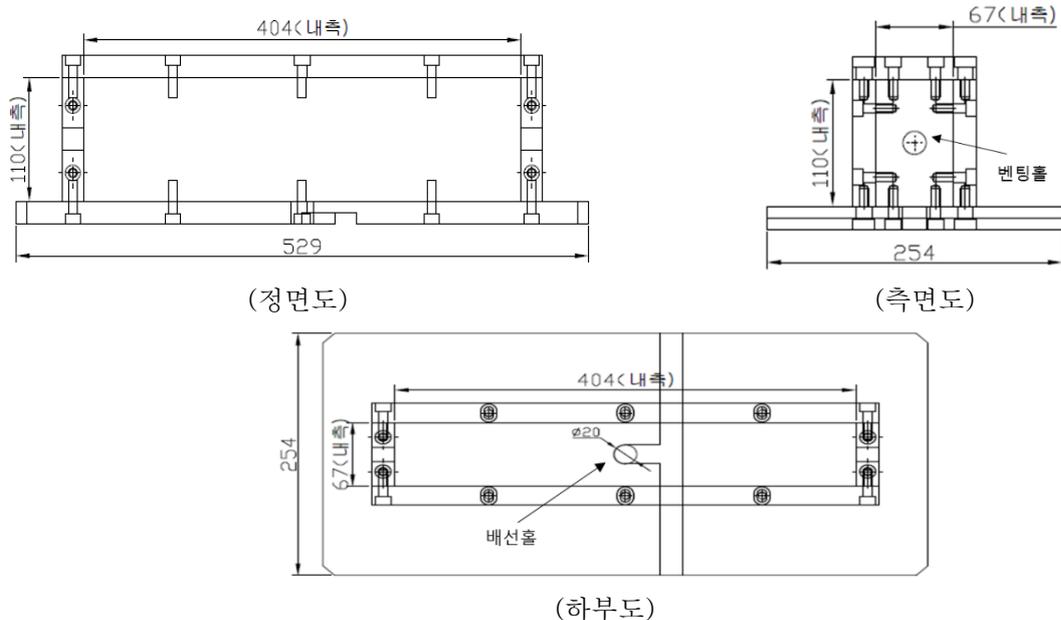


그림 A.1 — 열전이 시험용기 설계 도면 예시

셀에 연결되는 열전대와 히터선을 연결하기 위해 열전이 시험용기 하부면에 직경 20 mm로 배선홀을 만들었고, 열전이 시험용기 두께는 최소 5 mm 이지만 셀의 용량과 구성 수량을 고려하여 열전이 시험용기 두께를 결정하여야 한다.

열전이 시험용기는 보통 알루미늄 또는 스테인레스 스틸 재질을 사용하며, 이때 열전이 시험용기와 셀 사이 절연을 위해 2 mm 두께의 운모(Mica) 시트를 사용할 수 있다.

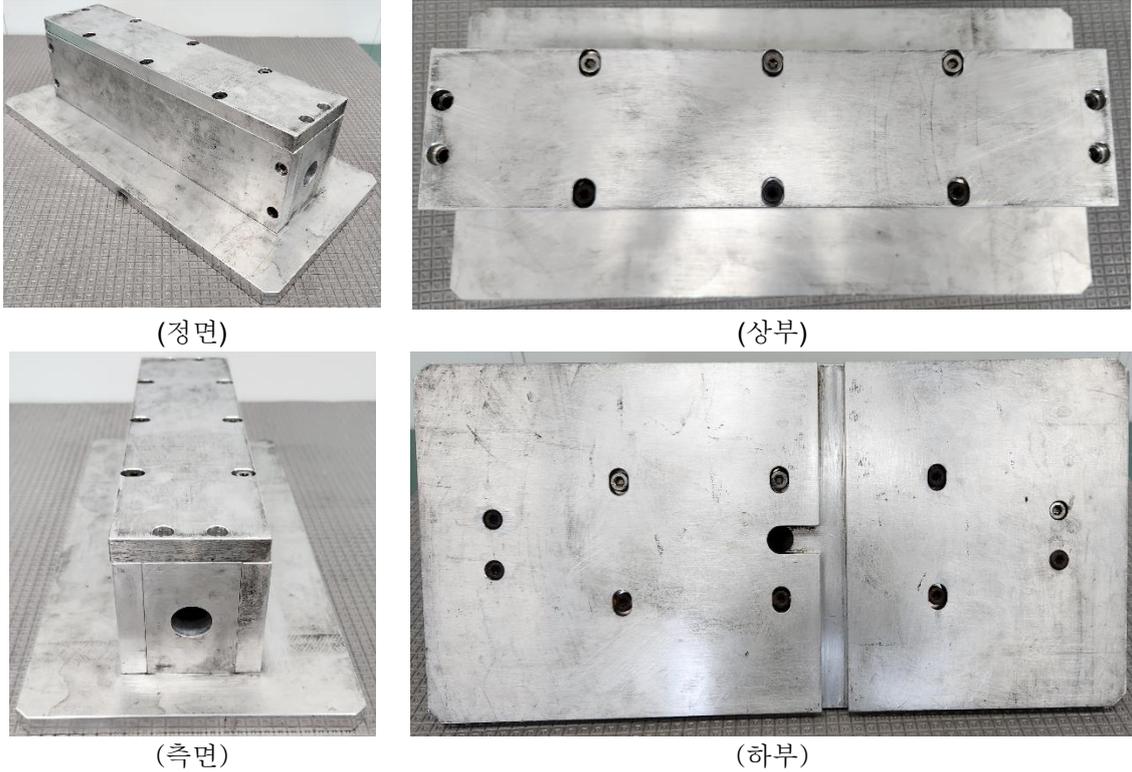


그림 A.2 — 열전이 시험용기 실제 예시

### A.2 히터 제원과 주의사항

열전이 시험에서 사용되는 히터는 히팅 패드 또는 히팅 패널을 사용할 수 있으며, 온도조절기로 승온 속도 조절 또는 전원공급장치로 출력이 인가되어 발열할 수 있어야 한다.

필름 히터 제원과 열전대 부착 예시 등은 SPS-C KBIA-10104-05-7488의 부속서 A와 B를 참조한다.

니켈-크롬히터 제원의 기록사항은 다음과 같으며, 표 A.1을 참조한다.

- 열선 재질
- 치수(면적, 두께 등)
- 전기적 제원(승온 속도, 저항 등)
- 도면

표 A.1 — 히터 제원 예시

| 항목     | 구분                        |      | 도면(예시) |
|--------|---------------------------|------|--------|
| 열선 재질  | 니켈-크롬                     |      |        |
| 치수     | 가로(mm)                    | 50   |        |
|        | 세로(mm)                    | 10   |        |
|        | 면적(cm <sup>2</sup> )      | 5.0  |        |
|        | 두께(mm)                    | 1.0  |        |
| 전기적 제원 | 승온 속도(°C/s)               | ≤ 50 |        |
|        | 저항(Ω)                     | 0.2  |        |
|        | 최대 전력(W/cm <sup>3</sup> ) | 100  |        |

내부저항이 낮은 히터를 사용하는 경우, 히터 전원공급장치로 인해 시험실 공급전원망의 전류차단기가 동작(trip) 될 수 있으므로 사전 확인이 필요하다.

니켈-크롬 히터 사용 시 셀 표면에서의 단락에 대한 주의가 필요하며 절연재 도포 등이 필요할 수 있다.

열전이 시험 전 한 개의 셀에 히터를 부착하여, 히터의 승온 속도 및 조절(수동인 경우)과 열폭주 유도셀의 열폭주 시점을 확인하여 시험의 재현성을 확보하여야 한다.

### A.3 열전대 부착

다음은 파우치 셀 3개로 시험품을 구성하는 경우, 셀의 온도와 전압을 측정하기 위한 열전대 부착 예시이다.

셀의 온도를 측정하기 위해 셀 중앙 앞뒤 표면에 열전대를 부착할 수 있으며(TC 1-1 ~ TC 3-2), 히터의 승온 속도를 조절하는 열전대(TC 0)는 히터 외부 중앙에 부착할 수 있다.

열전이 확인을 용이하기 위해 각 셀의 전압을 실시간 모니터링 하는 열전대를 부착하고(TC V1 ~ TC V3), 이때에 셀과 열전이 시험용기 사이에서 단락이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

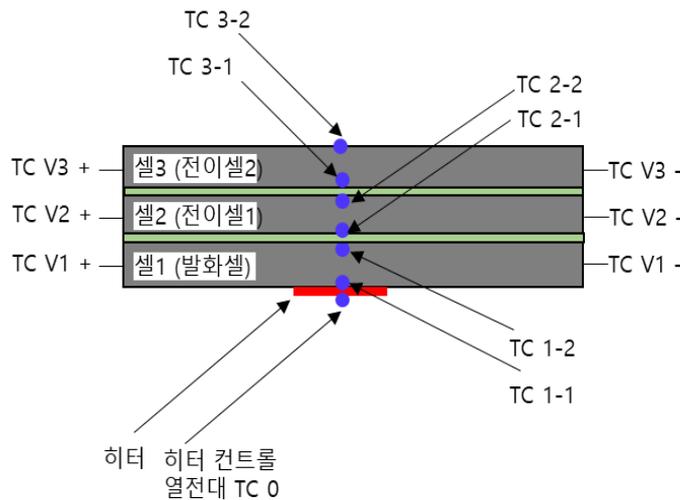


그림 A.3 — 열전대 부착 위치 상부 예시

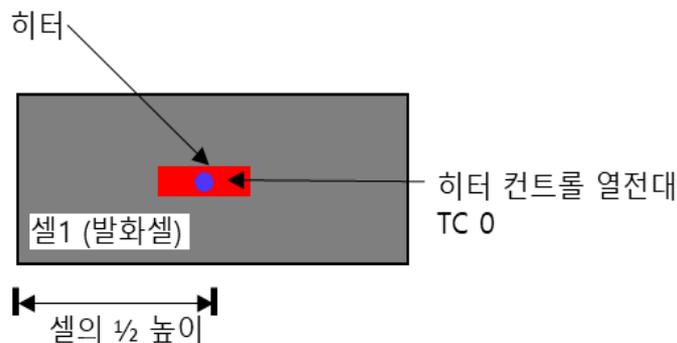


그림 A.4 — 열전대 부착 위치 정면 예시

## 참고문헌

- [1] KS R ISO 6469-1, 전기자동차 — 안전 제원 — 제1부: 탑재형 재충전식 에너지 저장 장치 (RESS)
- [2] UN IWG Cell and batteries test protocol:2022(draft)
- [3] SPS-C KBIA-10104-03-7312, 에너지저장시스템용 리튬이차전지시스템 — 성능과 안전
- [4] SPS-C KBIA-10104-05-7488, 에너지저장시스템용 리튬이차전지 셀 열폭주 유도 시험 방법

# SPS C KBIA 10102-02-7588:2024

## 해 설

이 해설은 이 표준과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

### 1 개요

#### 1.1 제정의 취지

IEC 표준은 이차전지 셀 내부에서 단락이 발생했을 때 제품의 안전을 보장하기 위하여 강제 내부단락 시험(Forced Internal Short Circuit Test)을 요구하고 화재 및 폭발이 발생하지 않아야 한다는 기준을 제시하고 있었다.

2017년부터 기존의 강제내부단락시험과 다른 새로운 시험방법으로, 하나의 셀의 내부 단락에 이은 열전이를 모사하는 열전이 시험방법(Thermal Propagation)이 등장하기 시작하였고, 2022년 ISO 6469-1 Amd.1 열전이 시험 표준 제정과 더불어 국제 운송 관련 규정에서 열전이 시험을 통하여 리튬이차전지 위험물 운송 등급을 결정하면서 열전이 시험이 대세적으로 요구되고 있는 추세이다.

그러나 현재의 열전이 시험은 가능한 실제 조건과 동일하게 전지시스템 또는 전지팩 등 제품 단위로 시험을 요구함에 따라 고가의 시험품 확보, 화재 및 폭발에 건널 수 있는 시험장 필요 등 과도한 비용 발생으로 열전이 시험을 쉽게 수행하기가 어려운 단점이 있다.

제품을 최종 양산하는 단계에서 현재의 열전이 시험방법은 바람직하나, 제품을 개발하는 단계에서 열전이 차단 소재의 열전이 특성을 손쉽게 평가 할 수 있는 간소화된 열전이 시험방법 개발이 대두되고 있어, 본 표준은 실제 제품에 적용하는 셀을 사용하여 열폭주를 발생시켜 지연 특성을 평가 할 수 있는 시험방법을 제시하였다.

#### 1.2 제정의 경위

이 표준은 산업통상자원부에서 시행한 소재부품기술개발사업의 일환인 「미래 친환경 중대형 이차전지(EV, ESS)용 화재억제형 고안전성 모듈 개발 및 안전성 실증」 과제의 수행 결과 일부이다. 원안을 제정함에 있어 공동연구개발기관인 한국산업기술시험원의 협조를 통한 시험 진행 결과를 바탕으로 작성하였다.

#### 1.3 참조 표준

본 표준의 제정 목적과 시험대상에 대한 시험방법은 아래의 표준을 참조하여 제정하였다.

해설 표 1 — 참조 표준

| 표준명                     | 제정 목적                                 | 시험대상               | 비고                     |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|------------------------|
| UL 9540A(4판)<br>2019-12 | 화재 및 폭발 위험을 평가하여 열폭주를 극복할 수 있는 능력을 입증 | 셀, 모듈, 팩,<br>설치시스템 | 평가결과에 따라 ESS 설치 조건이 상이 |

|   |               |                                   |  |
|---|---------------|-----------------------------------|--|
| IEC 62619(2판)<br>2022-05                            | 전지시스템 안전      | 리튬 이차전지시스템                        | 내부단락과 열전이 시험을 선택할 수 있음.<br>화재가 발생하면 안됨<br>(합.부 판정) |
| KS R ISO 6469-1                                     | 열폭주 위험성 경감 입증 | 차량 레벨, RESS 레벨, RESS subsystem 레벨 | 열폭주 안전성능 평가<br>-경감문서 작성(사전 알람)<br>-열폭주 제한 또는 극복    |
| UN IWG Cell and batteries test protocol:2022(draft) | 열전이 시험        | 리튬 셀 및 전지                         | 열전이시험을 실시하여 리튬 셀 및 전지의 위험물 운송 등급을 결정               |

1.4 주요 제정 내용

본 표준의 시험방법과 기록사항은 아래의 표준을 참고하여 제정하였다.

해설 표 2 — 주요 제정 내용

| 시험항목        | 인용/참고 표준   | 항목 기입 근거  | 제정 표준과<br>참고 표준의 차이점  |
|-------------|--|---|---|
| 5 시험준비      |  | 셀 용량 측정 등 전처리 방법 규정   | 자체 개발   |
| 6 열전이 시험 배치 | (참고) UN IWG Cell and batteries test protocol                         | 시험품 구성, 열전이 시험용기 사용, 히터 및 열전대 부착 방법 규정<br><br>“미래 친환경 중대형 이차전지(EV, ESS)용 화재억제형 고안전성 모듈 개발 및 안전성 실증” 과제 관련 열전이 시험 배치를 위한 시험 결과는 연차보고서에 수록됨       | 열전이 시험 시 셀 배열 및 셀의 수를 참조하였으며, 열전이 시험용기 벤딩홀 크기별 열전이 차단 소재 평가결과에 따라 재현성을 고려한 벤딩홀 치수를 결정 |
| 7 열전이 시험 방법 | (참고) UN IWG Cell and batteries test protocol<br>(참고) KS R ISO 6469-1 | 히터 가열 승온 속도, 관찰시간, 반복시험 횟수, 시험전·후 기록사항 규정<br><br>“미래 친환경 중대형 이차전지(EV, ESS)용 화재억제형 고안전성 모듈 개발 및 안전성 실증” 과제 관련 열전이 시험 방법 개발을 위한 시험 결과는 연차보고서에 수록됨 | 최신 국제표준 동향을 고려한 히터 승온 속도 참고하였으며, 국내 제조사, 시험기관 등 유관업계의 협의하에 적용                         |
| 부속서 A       |  | 정보제공 목적으로 열전이 시험용기 제작, 히터 제원, 열전대 부착  | 자체 개발   |

|  |  |                          |  |
|--|--|--------------------------|--|
|  |  | 예시로 부착방법 등을 구<br>체적으로 명시 |  |
|--|--|--------------------------|--|

